



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 09 542 A 1

51 Int. Cl. 7:
G 21 K 1/06
F 21 V 7/00
F 21 V 29/00

21 Aktenzeichen: 199 09 542.6
22 Anmeldetag: 4. 3. 1999
43 Offenlegungstag: 14. 9. 2000

DE 199 09 542 A 1

71 Anmelder:

IndustrieSerVis Gesellschaft für
Innovation-Technologie-Transfer-Consulting für
thermische Prozeßanlagen mbH, 83052 Bruckmühl,
DE

74 Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner, 80538 München

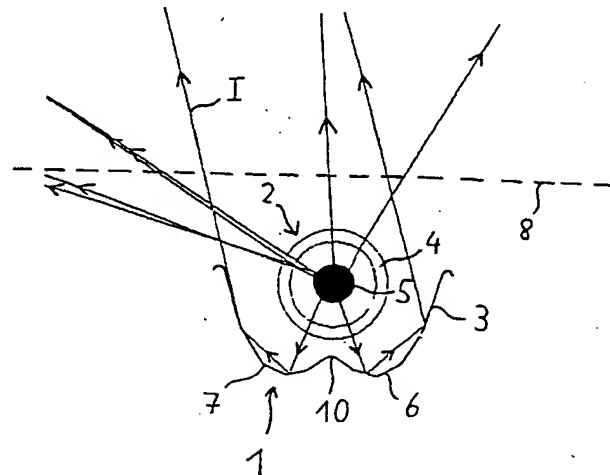
72 Erfinder:

Gaus, Rainer, Dr.-Ing., 83052 Bruckmühl, DE; Bär,
Kai K.O., Dr.-Ing., 83052 Bruckmühl, DE; Gabel,
Klaus, 82024 Taufkirchen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Lampen- und Reflektoranordnung

57 Die Erfindung betrifft eine Lampen- und Reflektoranordnung (1) zur Bestrahlung von Objekten in Richtungen einer Vorderseite (8) der Anordnung, insbesondere zur Strahlungserwärmung von Objekten, mit einer Kombination einer Infrarotlampe (2) und eines Reflektors (3). Die Infrarotlampe (2) weist eine langgestreckte Infrarot-Strahlungsquelle (5) zur Emission von Infrarotstrahlung und eine langgestreckte strahlungsdurchlässige Umhüllung (4) der Infrarot-Strahlungsquelle (5) auf. Der Reflektor dient der Reflexion von nicht in Richtung der Vorderseite (8) emittierter Strahlung und erstreckt sich entlang der Infrarotlampe (2) in deren Längsrichtung. Die Reflektoroberfläche des Reflektors (3) weist quer zur Längsrichtung ein zwischenklügeliges, sich beidseitig der Mittelebene der Infrarotlampe (2) erstreckendes Querschnittsprofil auf, gemäß dem die Schenkel der Reflektoroberfläche von einem in der Mittelebene liegenden Schenkel (10) aus zunächst in rückwärtige, von der Vorderseite (8) der Anordnung wegweisende Richtungen verlaufen, im weiteren Verlauf, mit zunehmendem Abstand zur Mittelebene, jedoch umkehren und in zur Vorderseite (8) weisende Richtungen verlaufen.



DE 199 09 542 A 1

Die Erfindung betrifft eine Lampen- und Reflektoranordnung zur Bestrahlung von Objekten in Richtungen einer Vorderseite der Anordnung, insbesondere zur Strahlungserwärmung von Objekten, mit einer Kombination einer Infrarotlampe und eines Reflektors. Die Infrarotlampe weist eine langgestreckte Infrarot-Strahlungsquelle zur Emission von Infrarotstrahlung und eine langgestreckte, strahlungsdurchlässige Umhüllung der Infrarot-Strahlungsquelle auf. Der Reflektor dient der Reflexion von nicht in Richtung der Vorderseite emittierter Strahlung und erstreckt sich entlang der Infrarotlampe in deren Längsrichtung.

Ähnliche Anordnungen sind bereits aus der Beleuchtungstechnik bekannt, wobei jedoch anstelle einer Infrarot-Strahlungsquelle eine Lichtquelle zur Erzeugung von sichtbarem Licht vorgesehen ist.

Zur Strahlungserwärmung von Objekten sind bereits Anordnungen der eingangs genannten Art vorgeschlagen worden, wobei die Reflektoroberfläche des Reflektors quer zur Längsrichtung der Infrarotlampe ein trapezförmiges Querschnittsprofil aufweist, welches symmetrisch zu einer Mittelebene der Infrarotlampe ist. Die Mittelebene schneidet die Infrarot-Strahlungsquelle in der Ebene des Querschnitts bzw. erstreckt sich in Längsrichtung durch die Infrarot-Strahlungsquelle, falls diese in gerader Richtung verläuft. Bei dieser Lampen- und Reflektoranordnung bildet also ein ebener Oberflächenbereich der Reflektoroberfläche die Rückseite der Anordnung.

Soll die von der Infrarotlampe abgegebene Infrarot-Strahlung wesentliche Strahlungsleistung im Wellenlängenbereich des kurzen Infrarot haben (Wellenlängen kleiner als $2\text{ }\mu\text{m}$) beträgt die Oberflächentemperatur der Infrarot-Strahlungsquelle mehr als 1400 K . Soll die von der Infrarotlampe abgegebene Infrarot-Strahlung ein spektrales Strahlungsflußdichte-Maximum im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot haben (Wellenlängenbereich zwischen $0,78\text{ }\mu\text{m}$ und $1,4\text{ }\mu\text{m}$) beträgt die Oberflächentemperatur der Infrarot-Strahlungsquelle mehr als 2100 K . Um diese Temperatur zu erreichen und aufrechtzuerhalten, muß die Temperatur der strahlungsdurchlässigen Umhüllung, insbesondere einer Quarzglasröhre, größer als 250°C sein, sollte jedoch 550°C nicht überschreiten. Bei Umhüllungstemperaturen größer als 550°C nimmt die Lebensdauer der Infrarotlampe rapide ab. Die Grenztemperatur von 550°C ist bei Oberflächentemperaturen der Infrarot-Strahlungsquelle von mehr als 2100 K ohne aktive Kühlung nicht einzuhalten. Eine Zwangskühlung der Umhüllung ist für den Betrieb der Lampe im nahen Infrarot somit unerläßlich.

In neuerer Zeit sind auch Anwendungen bekannt geworden, bei denen es auf eine reaktionsschnelle Steuerbarkeit der emittierten Strahlungsleistung ankommt. Auch für diese Anwendungen wurde bereits vorgeschlagen, sowohl die Umhüllung als auch die Reflektoroberfläche zu kühlen. Auf diese Weise wird einerseits die von der Umhüllung bzw. der Reflektoroberfläche selbst in Richtung des zu bestrahlenden Objekts emittierte Strahlungsleistung minimiert und wird andererseits eine schnelle Abkühlung der Infrarot-Strahlungsquelle ermöglicht. Für die Kühlung der Umhüllung und/oder der Reflektoroberfläche werden bekanntermaßen Luftstrom-Kühleinrichtungen eingesetzt, die eine Zwangskonvektions-Kühlung bewirken. Bei den bekannten Luftstrom-Kühleinrichtungen erfolgt die Luftströmung in Längsrichtung der Lampen- und Reflektoranordnung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Lampen- und Reflektoranordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die die Eigenanstrahlung der Lampe reduziert. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den stö-

renden Einfluß der Umhüllung auf die Bestrahlungsstärkeverteilung, die sich durch Überlagerung der direkten und der reflektierten Strahlungsanteile der Strahlungsquelle ergibt, gering zu halten.

Die Aufgabe wird durch eine Lampen- und Reflektoranordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Gemäß einem Kerngedanken der Erfindung weist die Reflektoroberfläche des Reflektors quer zur Längsrichtung der Infrarotlampe ein zweiseitenklügeliges, sich beidseitig einer Mittelebene der Infrarotlampe erstreckendes, vorzugsweise symmetrisches, Querschnittsprofil auf. Gemäß dem Querschnittsprofil verlaufen die Schenkel der Reflektoroberfläche von einem in der Mittelebene liegenden Scheitel aus zunächst in rückwärtige, von der Vorderseite der Anordnung wegweisende Richtungen (Rückwärtsrichtungen), kehren jedoch im weiteren Verlauf, mit zunehmendem Abstand zur Mittelebene um und verlaufen in Richtungen der Vorderseite der Lampen- und Reflektoranordnung (Vorwärtsrichtungen). Das Profil ist also im wesentlichen W-förmig.

Durch die erfindungsgemäße Anordnung wird zumindest ein Teil der in Rückwärtsrichtungen emittierten Strahlung der Infrarotlampe von den in Rückwärtsrichtungen verlaufenden Oberflächenbereichen der Reflektoroberfläche derart reflektiert, daß er nicht wieder auf die Strahlungsquelle und die Umhüllung der Infrarot-Strahlungsquelle trifft. Auf diese Weise wird vermieden, daß erneut ein Teil der Strahlungsenergie dieses Teils der Strahlung von der Strahlungsquelle und der Umhüllung absorbiert und in Wärme umgewandelt werden. Die Lampenlebensdauer ist somit hoch und der Kühlbedarf ist somit gering. Weiterhin wird der störende Einfluß der Umhüllung auf die Bestrahlungsstärkeverteilung reduziert, indem die Rückreflexion über den Reflektor auf die Umhüllung und die damit verbundene Streuung von Strahlung in unterschiedliche Richtungen gering gehalten wird. Insbesondere läßt sich daher eine homogene Bestrahlungsstärkeverteilung auf dem zu bestrahlenden Objekt bzw. den Objekten erzielen.

Insbesondere bei trapezförmigen Reflektorprofilen mit einem sich weder in Vorwärtsrichtungen noch in Rückwärtsrichtungen erstreckenden Oberflächenbereich auf der Rückseite der Infrarotlampe wird dagegen die in Richtung dieses Oberflächenbereichs emittierte Strahlung zumindest in wesentlichen Teilen in Richtung der Strahlungsquelle und der Umhüllung zurückreflektiert.

Vorzugsweise verlaufen die Schenkel der Reflektoroberfläche beidseitig der Mittelebene so weit in Vorwärtsrichtungen, daß sich zumindest Teile der Infrarot-Strahlungsquelle zwischen den Schenkeln befinden. Dadurch findet eine Konzentration der nutzbaren, von der Lampen- und Reflektoranordnung ausgehenden Strahlung in Richtungen statt, die im Bereich der zentralen Vorwärtsrichtungen liegen, welche parallel zur Mittelebene bzw. Symmetrieebene der Infrarotlampe verlaufen. Anders ausgedrückt wird die Strahlungsleistung ähnlich der Konzentrationswirkung eines im Querschnitt parabolischen Reflektor zu einem lediglich gering divergierenden Strahlungsbündel konzentriert. Wird also die Bestrahlungsstärke in einer zur Mittelebene senkrechten Bestrahlungsebene betrachtet, so nimmt die Bestrahlungsstärke mit zunehmendem Abstand von der Mittelebene zunächst nur geringfügig ab, um dann jenseits des Randes des konzentrierten Strahlungsbündels mit weiter zunehmendem Abstand zur Mittelebene steil abzufallen. Gegenüber dem parabolischen Reflektorprofil hat das erfindungsgemäße Reflektorprofil, wie bereits vorstehend beschrieben, den Vorteil, daß nur ein geringer Teil der von der Reflektoroberfläche reflektierten Strahlung zurück auf die Strahlungsquelle und die Umhüllung fällt.

Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Anordnung weisen die beiden Schenkel der Reflektoroberfläche jeweils zumindest zwei ebene Oberflächenbereiche auf, die sich in Längsrichtung der Infrarot-Strahlungsquelle erstrecken und die gerade Teilstücke des Querschnittsprofils definieren. Dabei verläuft jeweils zumindest einer der Oberflächenbereiche in eine Rückwärtsrichtung und verläuft jeweils zumindest einer der Oberflächenbereiche, in größerem Abstand zu der Mittelebene, in eine Vorwärtsrichtung. Fertigungstechnisch ist eine Reflektoroberfläche mit ebenen Oberflächenbereichen mit geringem Aufwand verbunden.

Insbesondere verläuft jeweils einer der ebenen Oberflächenbereiche in eine Rückwärtsrichtung und verlaufen jeweils zwei der ebenen Oberflächenbereiche aneinander anschließend und gegeneinander abgewinkelt in Vorwärtsrichtungen. Vorzugsweise endet dabei der in die Rückwärtsrichtung verlaufende Oberflächenbereich in einem geringeren Abstand zur Mittelebene als die Umhüllung der Infrarot-Strahlungsquelle.

Bei einer Weiterbildung führen zwei der in Rückwärtsrichtung verlaufenden ebenen Oberflächenbereiche, jeweils einer von beiden Schenkeln, an der Mittelebene zusammen und schließen einen Winkel zwischen sich ein, der größer als 90° ist, insbesondere größer als 135° . Durch die flache Neigung dieser Oberflächenbereiche gegen eine zur Mittelebene senkrechte Ebene wird gewährleistet, daß die reflektierte Strahlung eine möglichst geringe Anzahl von Reflexionen durchläuft. Weiterhin wird vermieden, daß in Richtung des in Rückwärtsrichtung verlaufenden Oberflächenbereichs emittierte Strahlung durch Mehrfachreflexion dennoch wieder auf die Umhüllung trifft. Besonders bevorzugt wird eine Ausgestaltung, bei der die schwache Neigung des in Rückwärtsrichtung verlaufenden ebenen Oberflächenbereichs gegen die zur Mittelebene senkrechte Ebene groß genug ist, um auch nahe der Mittelebene auftreffende, von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung an der Umhüllung vorbeizuleiten. Hierbei ist der Neigungswinkel bzw. der Scheitelwinkel zwischen den Schenkeln auf den Abstand des Scheitels zur Infrarot-Strahlungsquelle und auf die Form und Größe der Umhüllung, insbesondere den Durchmesser der Umhüllung, abgestimmt.

Bei einer anderen bevorzugten Weiterbildung nehmen die beiden Schenkel im Querschnitt einen evolventenförmigen Verlauf, wobei die Krümmungsstärke vom Scheitel aus gesehen abnimmt. Vorzugsweise setzen die Evolventen am Scheitel an und enden etwa an der am weitesten in Vorwärtsrichtung liegenden Stelle der Schenkel. Der evolventenförmige Verlauf kann insbesondere auch mit einer Mehrzahl von ebenen Oberflächenbereichen des Reflektors angenähert verwirklicht werden. Die evolventenförmige oder evolventenartige Gestaltung des Reflektorprofils stellt einen guten Kompromiß zwischen den hervorragenden Konzentrations- und Bündelungseigenschaften parabolischer Reflektoren und der Vermeidung von Rückreflexionen auf die Umhüllung der Infrarot-Strahlungsquelle dar. Bei einer Variante des erfindungsgemäßen Reflektors wird ein sich nahe der Mittelebene evolventenartig erstreckender Oberflächenbereich mit einem in größerem Abstand zur Mittelebene in Vorwärtsrichtung verlaufenden Oberflächenbereich kombiniert, der eine parabolische Krümmung aufweist.

Insbesondere zur Bestrahlung großer Objektflächen ist bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäße Lampen- und Reflektoranordnung eine Mehrzahl der Kombinationen mit Reflektor und Infrarotlampe nebeneinander angeordnet, wobei die Längsachsen der Infrarotlampen parallel zueinander verlaufen. Dabei können die Reflektorprofile der einzelnen Kombinationen unterschiedlich ausgestaltet sein. Insbesondere können auch die Reflektorschlenkel am Rande der An-

ordnung asymmetrisch zu den jeweiligen Reflektorschenkeln derselben Lampen- und Reflektorkombination ausgestaltet sein.

Falls die Anordnung mindestens drei der Infrarotlampen- und Reflektorkombinationen aufweist, hat vorzugsweise jeweils die Infrarotlampe der am Rande der Anordnung liegenden Kombination eine größere Strahlungsleistung, insbesondere eine um einen Faktor größer oder gleich 1,5, größere Strahlungsleistung. Auf diese Weise wird der oben beschriebene un stetige Verlauf der Bestrahlungsstärke mit zunehmendem Abstand von der Mittelebene noch weiter ausgeprägt. Am Rande des konzentrierten Strahlungsbündels, das für die Bestrahlung von Objekten genutzt werden soll, kann die Bestrahlungsstärke gleich groß, oder sogar größer sein als im Zentralbereich des Strahlungsbündels. In letzterem Fall sind daher Wärmeverluste am Rande des zu bestrahlenden Objekts bzw. des zu bestrahlenden Bereichs kompensierbar.

Vorzugsweise werden als strahlungsdurchlässige Umhüllung der Infrarot-Strahlungsquelle rohrförmige Umhüllungen, insbesondere Quarzglasröhren, verwendet, wobei die Öffnungsbreite des Reflektors etwa doppelt so groß wie der Außendurchmesser wie der Umhüllung ist.

Ist, je nach Anwendung der erfindungsgemäßen Lampen- und Reflektoranordnung, noch Bedarf für eine Zwangskonvektions-Kühlung, so wird vorgeschlagen, mit einer solchen die Umhüllung und die Reflektoroberfläche von der Lampenseite aus zu kühlen. Zusätzlich kann eine Kühlung der Reflektoroberfläche von der anderen Seite der Reflektoroberfläche aus vorgenommen werden. Für eine derartige Kühlung kommen als Kühlmedien nicht nur Gase, sondern auch Flüssigkeiten in Betracht.

Wird der Luftstrom oder ein anderer Fluidstrom etwa in Längsrichtung des rinnenartigen Reflektorraumes geführt, in welchem sich die reflektierte oder die in Richtung des Reflektors emittierte Strahlung ausbreitet, so hat die erfindungsgemäße Anordnung gegenüber einer Anordnung mit trapezförmigem Reflektorprofil den Vorteil, daß größere Luftströme zwischen der Umhüllung und der Reflektoroberfläche hindurchgeführt werden können.

Alternativ wird vorgeschlagen, den Luftstrom quer zur Längsrichtung der Infrarotlampe- und Reflektorkombination zu führen, wobei der Luftstrom zumindest teilweise durch einen Zwischenraum zwischen der Umhüllung und dem Scheitel des Reflektors geführt ist. Bevorzugtermaßen sind dabei die Abmessungen des Zwischenraumes und die Stärke des Luftstromes derart aufeinander abgestimmt, daß zumindest im Bereich des Zwischenraumes Luftwirbel auftreten. Im Vergleich zu wirbellosen Strömungen findet dabei ein schnellerer Wärmeübergang von der Umhüllung und/oder der Reflektoroberfläche auf die vorbeiströmende Luft statt. Eine Wirbelbildung im Bereich des Reflektorscheitels ist vorteilhaft, da sich in diesem Bereich die Umhüllung in geringem Abstand zu der Reflektoroberfläche befindet bzw. da sich die Reflektoroberfläche in diesem Bereich in geringem Abstand zu der Infrarot-Strahlungsquelle befindet. Eine effektive Kühlung in diesem Bereich ist daher besonders wichtig.

Besonders zweckmäßig ist die Kombination einer Infrarotlampe mit einem erfindungsgemäß gestalteten Reflektorprofil, wenn die Infrarotlampe derart ausgebildet und betreibbar ist, daß ein spektrales Strahldichte-Maximum der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt. Unter nahem Infrarot wird der Wellenlängenbereich verstanden, der zwischen dem sichtbaren Wellenlängenbereich und $1,4 \mu\text{m}$ liegt. Besonders bevorzugt wird die Verwendung einer Infrarotlampe, die bei Oberflächentemperaturen der Infrarot-Strahlungsquelle von 2500 K oder grö-

Ber, insbesondere bei 2900 K oder größer, betreibbar ist.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Dabei wird Bezug auf die beigelegte Zeichnung genommen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf diese Ausführungsbeispiele beschränkt. Die einzelnen Figuren der Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Lampen- und Reflektoranordnung im Querschnitt und

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel im Querschnitt mit vier Infrarotlampen- und Reflektorkombinationen, die parallel versetzt nebeneinander angeordnet sind.

Fig. 1 zeigt eine Lampen- und Reflektoranordnung 1 mit einer Infrarotlampe 2, die einen Glühfaden 5 aufweist, der sich entlang einer Zentrumslinie einer Quarzglasröhre 4 erstreckt. Die Quarzglasröhre 4 bildet eine strahlungsdurchlässige Umhüllung des Glühfadens 5. Der Glühfaden 5 ist insbesondere ein Wolframfaden. Weiterhin weist die Lampen- und Reflektoranordnung 1 einen Reflektor 3 auf. Sämtliche beschriebenen Anordnungsteile erstrecken sich in zur Bildebene senkrechter Richtung bei im wesentlichen unverändertem Querschnittsprofil.

Der Reflektor 3 weist einen Scheitel 10 auf, der sich in einer Mittelebene der Infrarotlampe 2 befindet. Die Mittelebene, die aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht in Fig. 1 eingezeichnet ist, bildet eine Symmetrieebene für den Reflektor 3 und die Infrarotlampe 2. Eine Mittelebene 9 einer ähnlichen Lampen- und Reflektorkombination ist in Fig. 2 dargestellt.

Im Querschnittsprofil verläuft jeder der beiden sich an einer Seite der Mittelebene erstreckenden Schenkel des Reflektors 3 zunächst in eine von einer Vorderseite 8 der Lampen- und Reflektoranordnung 1 wegweisende Richtung (Rückwärtsrichtung). In diesem Bereich, wie auch in anderen Bereichen, ist die Reflektoroberfläche als ebene Fläche ausgebildet.

Im weiteren Verlauf der beiden Schenkel des Reflektors 3 schließt sich jeweils ein weiterer, in Rückwärtsrichtung verlaufender Oberflächenbereich an und wiederum daran schließen jeweils drei weitere ebene Oberflächenbereiche an, die jedoch jeweils in eine Vorwärtsrichtung, in Richtung der Vorderseite 8, verlaufen. Die aneinander anschließenden ebenen Oberflächenbereiche sind jeweils gegen ihre Nachbarn abgewinkelt, so daß die Schenkel insgesamt annähernd einen bei gleicher Krümmungsrichtung um die Quarzglasröhre 4 von der Rückseite zur Vorderseite herumführenden gekrümmten Verlauf nehmen. Von dem Scheitel 10 aus gesehen ist der Verlauf der Schenkel ab dem zweiten ebenen Oberflächenbereich etwa evolutenförmig, wobei die Krümmungsstärke der angenäherten Evolvente im Verlauf von dem Scheitel 10 bis zu den an der Vorderseite liegenden Enden abnimmt. Am Scheitel 10 ist der Übergangsbereich zwischen den beiden im Bereich der Mittelebene ansetzenden ebenen Oberflächenbereichen abgerundet.

Beispielhaft sind in Fig. 1 die Ausbreitungsrichtungen von einigen der von dem Glühfaden 5 emittierten Strahlen dargestellt. Ein in Rückwärtsrichtung emittierter Strahl wird beispielsweise zweimal von dem Reflektor 3 reflektiert. Er trifft zum Beispiel auf den zweiten ebenen Oberflächenbereich des linken Schenkels und wird dort zum ersten Mal reflektiert, so daß er auf das weiter von der Mittelebene entfernt liegende Ende des vierten ebenen Oberflächenbereichs trifft. Dort wird er zum zweiten Mal reflektiert, so daß er sich annähernd parallel zu dem fünften ebenen Oberflächenbereich in Richtung der Vorderseite 8 ausbreitet. Aus diesem Grund ist der Strahl ein Randstrahl, der in Fig. 1 mit I bezeichnet ist. Dieser Randstrahl I definiert etwa den Rand des von der Lampen- und Reflektoranordnung 1 abgestrahlten

Strahlungsbündels, das auf einer ebenen, zur Mittelebene senkrecht stehenden Bestrahlungsfläche eine räumlich etwa konstante Bestrahlungsstärke hat. Außerhalb des Strahlungsbündels, d. h., mit weiter zunehmendem Abstand zur Mittelebene fällt die Bestrahlungsstärke dagegen steil ab.

In Fig. 1 ist noch ein weiterer in Rückwärtsrichtung emittierter Strahl dargestellt, der zweifach von dem rechten Schenkel des Reflektors 3 reflektiert wird. Dieser Strahl fällt dichter als der andere, von dem linken Schenkel reflektierte Strahl an der Mittelebene auf den zweiten ebenen Oberflächenbereich, wird von diesem in Richtung des näher an der Mittelebene liegenden Endes des fünften ebenen Oberflächenbereichs reflektiert und wird dort in eine Vorwärtsrichtung reflektiert, die etwa parallel zu der Ausbreitungsrichtung des Randstrahls I ist. Weiterhin sind in Fig. 1 noch in Vorwärtsrichtungen emittierte Strahlen dargestellt, die keiner Reflexion durch den Reflektor 3 unterliegen.

Fig. 2 zeigt eine Lampen- und Reflektoranordnung 11 mit insgesamt vier Lampen- und Reflektorkombinationen, die jeweils die gleiche geometrische Gestaltung haben. Der jeweilige Reflektor 13 weist im Unterschied zu dem Reflektor 3, der in Fig. 1 dargestellt ist, pro Schenkel nur drei ebene Oberflächenbereiche 14, 15 auf. Nur der Oberflächenbereich 15 verläuft in eine Rückwärtsrichtung. Die Oberflächenbereiche 15 der beiden Schenkel eines Reflektors 13 schließen am Scheitel 10 des Reflektors 13 einen Scheitelwinkel α zwischen sich ein, der etwa 136° beträgt. Der zweite ebene Oberflächenbereich 14 definiert die Richtungsumkehr von dem in Rückwärtsrichtung verlaufenden Teilstück des Schenkels in eine Vorwärtsrichtung. Er schließt mit der Mittelebene 9 bzw. mit einer parallel zu der Mittelebene 9 verlaufenden Ebene einen Umkehrwinkel γ ein, der etwa 65° beträgt. Die dritten ebenen Oberflächenbereiche 14 zweier benachbarten Reflektoren 13 schließen zwischen sich einen Anschlußwinkel β ein, der etwa 50° beträgt. Dabei erstrecken sich die dritten ebenen Oberflächenbereiche 14 soweit in Vorwärtsrichtung, daß sich der gesamte Glühfaden 5 der Infrarotlampen 2 zwischen den Schenkeln befindet. Der Anschlußbereich, in dem die dritten ebenen Oberflächenbereiche 14 der benachbarten Reflektoren 13 ineinander übergehen, ist abgerundet. Die Öffnungsbreite der einzelnen Reflektoren 13, d. h. der Abstand zwischen den Enden der dritten ebenen Oberflächenbereiche 14, die im abgerundeten Anschlußbereich bzw. im abgerundeten Randbereich liegen, beträgt etwa das Doppelte des Außendurchmessers einer der Quarzglasröhren 4.

Die in Fig. 2 gezeigte Lampen- und Reflektoranordnung 11 wird durch eine nicht dargestellte Kühleinrichtung durch Zwangskonvektions-Kühlung luftgekühlt. Der Luftstrom erstreckt sich quer zur Längsrichtung der Anordnung. Er verläuft somit etwa in Bildebene der Fig. 2. In dem Reflektorraum des am weitesten rechts in Fig. 2 dargestellten Reflektors 13 sind beispielhaft Stromlinien des Luftstromes dargestellt. Der Luftstrom tritt von rechts kommend in den Zwischenraum zwischen der Umhüllung 4 und dem rechten Schenkel des Reflektors 13 ein. Im Eintrittsbereich verläuft die Luftströmung noch schwach turbulent. Der im Bereich des Scheitels 10 geringere Abstand zwischen der Umhüllung 4 und dem Reflektor 13 bewirkt jedoch, daß die Luftströmung in diesem Bereich stark turbulent wird und Wirbel aufweist, wie durch Pfeile dargestellt ist. Die lokal auf diesen Bereich begrenzte Verwirbelung führt zu einem besonders guten Wärmeübergang, so daß der für die Kühlung kritische Bereich ausreichend gekühlt wird. Der Bereich um den Scheitel 10 kann einerseits von der Innenseite des Reflektors nicht so gut gekühlt werden wie der Bereich um den zweiten ebenen Oberflächenbereich 14 und empfängt andererseits mehr Strahlungsenergie pro Flächeneinheit als

die anderen Bereiche des Reflektors 13, da er näher an dem Glühfaden 5 liegt.

Durch die erfindungsgemäße Lampen- und Reflektoranordnung wird im Vergleich zu bekannten Anordnungen, insbesondere mit trapezförmigem Reflektorprofil, ein geringerer Anteil der in Rückwärtsrichtungen emittierten Strahlung wieder in Richtung der Strahlungsquelle und der Umhüllung reflektiert. Dadurch wird einerseits weniger Strahlungsenergie in der Strahlungsquelle und der Umhüllung absorbiert und wird andererseits ein geringerer Anteil der Strahlung von der Umhüllung in Richtungen gestreut, d. h. durch Brechung in Richtungen gelenkt, die weit von der durch die Mittelebene definierte Richtung abweichen. Dadurch kann der Kühlungsbedarf verringert werden und wird ein größerer Anteil der Strahlung in Richtung der Objekte abgegeben, die bestrahlt werden sollen und die üblicherweise etwa symmetrisch zur Mittelebene angeordnet werden. Bei gleicher Lampenleistung ist daher die Bestrahlungsleistung größer. Weiterhin wird eine größere Lebensdauer der Infrarotlampe erreicht, da die Temperatur der Strahlungsquelle nicht durch Eigenanstrahlung erhöht wird und die Umhüllung geringeren thermischen Wechselbelastungen ausgesetzt ist.

Bezugszeichenliste

1 Lampen- und Reflektoranordnung	25
2 Infrarotlampe	
3 Reflektor	
4 Quarzglasröhre	
5 Glühfaden	30
6 rechter Schenkel	
7 linker Schenkel	
8 Vorderseite	
9 Mittelebene	
10 Scheitel	35
11 Lampen- und Reflektoranordnung	
13 Reflektor	
14 ebener Oberflächenbereich	
15 ebener Oberflächenbereich	
I Randstrahl	40
α Scheitelwinkel	
β Anschlußwinkel	
γ Umkehrwinkel	

Patentansprüche

1. Lampen- und Reflektoranordnung (1; 11) zur Bestrahlung von Objekten in Richtungen einer Vorderseite (8) (Vorwärtsrichtungen) der Anordnung, insbesondere zur Strahlungserwärmung von Objekten, mit einer Kombination, die folgendes aufweist:

eine Infrarotlampe (2), die eine langgestreckte Infrarot-Strahlungsquelle (5) zur Emission von Infrarotstrahlung und eine langgestreckte strahlungsdurchlässige Umhüllung (4) der Infrarot-Strahlungsquelle (5) aufweist, und
– einen Reflektor (3; 13) zur Reflexion von nicht in Richtung der Vorderseite (8) emittierter Strahlung der Infrarot-Strahlungsquelle (5), der sich entlang der Infrarotlampe (2) in deren Längsrichtung erstreckt, wobei die reflektierende Reflektoroberfläche des Reflektors (3; 13) quer zur Längsrichtung ein zweiseitenklügeliges, sich beidseitig einer Mittelebene (9) der Infrarotlampe (2) erstreckendes Querschnittsprofil aufweist, gemäß dem die Schenkel der Reflektoroberfläche von einem in der Mittelebene (9) liegenden Scheitel (10) aus zunächst in rückwärtige, von der Vorderseite (8)

der Anordnung wegweisende Richtungen (Rückwärtsrichtungen) verlaufen, im weiteren Verlauf, mit zunehmendem Abstand zur Mittelebene jedoch umkehren und in Vorwärtsrichtungen verlaufen.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die Schenkel der Reflektoroberfläche beidseitig der Mittelebene (9) so weit in Vorwärtsrichtungen verlaufen, daß sich zumindest Teile der Infrarot-Strahlungsquelle (5) zwischen den Schenkeln befinden.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schenkel jeweils zumindest zwei ebene Oberflächenbereiche (14, 15) aufweisen, die sich in Längsrichtung der Infrarot-Strahlungsquelle (5) erstrecken und die gerade Teilstücke des Querschnittsprofils definieren, wobei jeweils zumindest einer (15) der Oberflächenbereiche in eine Rückwärtsrichtung verläuft und jeweils zumindest einer (14) der Oberflächenbereiche, in größerem Abstand zu der Mittelebene (9), in eine Vorwärtsrichtung verläuft.

4. Anordnung nach Anspruch 3, wobei jeweils einer (15) der ebenen Oberflächenbereiche in eine Rückwärtsrichtung verläuft und jeweils zwei (14) der ebenen Oberflächenbereiche aneinander anschließend und gegeneinander abgewinkelt in Vorwärtsrichtungen verlaufen.

5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4, wobei zwei (15) der in Rückwärtsrichtungen verlaufenden ebenen Oberflächenbereiche, jeweils einer von beiden Schenkeln, an der Mittelebene (9) zusammenführen und einen Winkel (α) zwischen sich einschließen, der größer als 90° ist, insbesondere größer als 135° .

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die beiden Schenkel im Querschnitt einen evolventenförmigen Verlauf nehmen, wobei vom Scheitel aus gesehen die Krümmungsstärke abnimmt.

7. Anordnung nach Anspruch 6, wobei die Evolventen am Scheitel ansetzen und etwa an der am weitesten in Vorwärtsrichtung liegenden Stelle der Schenkel enden.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–7, wobei eine Mehrzahl der Kombinationen mit Reflektor (13) und Infrarotlampe (2) nebeneinander angeordnet ist, wobei die Längsachsen der Infrarotlampe (2) parallel zueinander verlaufen.

9. Anordnung nach Anspruch 8, wobei die Anordnung mindestens drei der Infrarotlampen- und Reflektorkombinationen aufweist und wobei jeweils die Infrarotlampen (2) der am Rande der Anordnung liegenden Kombination eine größere, insbesondere eine um einen Faktor größer oder gleich 1,5, größere Strahlungsleistung hat.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–9, wobei die strahlungsdurchlässige Umhüllung (4) der Infrarot-Strahlungsquelle (5) rohrförmig ist und wobei die Öffnungsbreite des Reflektors (3; 13) etwa doppelt so groß wie der Außendurchmesser der Umhüllung (4) ist.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1–10, mit einer Luftstrom-Kühleinrichtung zur Zwangskonvektions-Kühlung der Umhüllung (4) und der Reflektoroberfläche.

12. Anordnung nach Anspruch 11, wobei der Luftstrom etwa in Längsrichtung der Infrarotlampen- und Reflektorkombinationen geführt ist.

13. Anordnung nach Anspruch 11, wobei der Luftstrom quer zur Längsrichtung der Infrarotlampen- und Reflektorkombination und zumindest teilweise durch einen Zwischenraum zwischen der Umhüllung (4) und dem Scheitel (10) des Reflektors (13) geführt ist.

14. Anordnung nach Anspruch 13, wobei die Abmessungen des Zwischenraums und die Stärke des Luftstromes derart aufeinander abgestimmt sind, daß zumindest im Bereich des Zwischenraumes Luftwirbel auftreten.

5

15. Anordnung nach einem der Ansprüche 1-14, wobei die Infrarotlampe (2) derart ausgebildet und betreibbar ist, daß ein spektrales Strahldichte-Maximum der emittierten Strahlung im Wellenlängenbereich des nahen Infrarot liegt.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

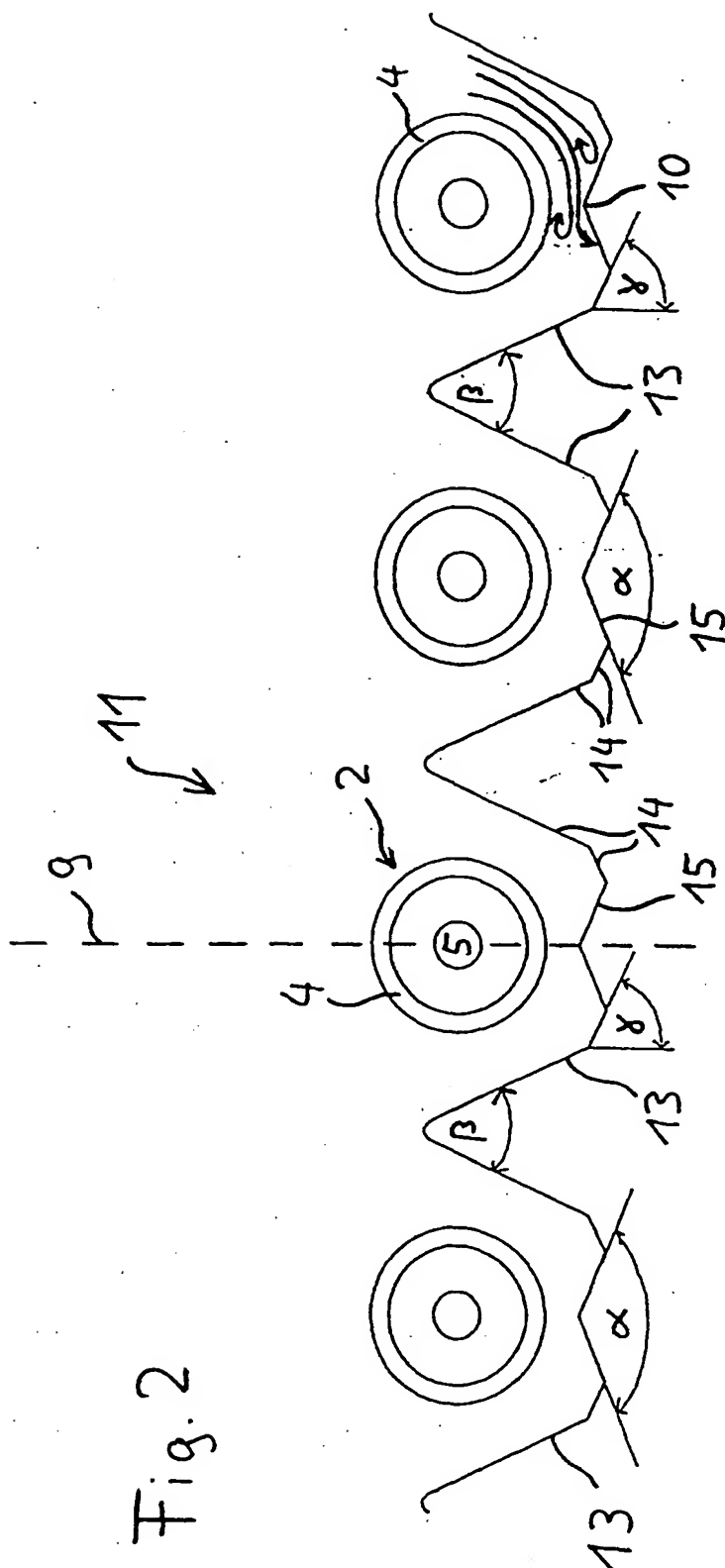


Fig. 2